

基于 OBE-CDIO 理念的《金属工艺学》工程案例教学实践

李栋 于晓丽

聊城大学东昌学院

DOI:10.12238/er.v8i5.6065

摘要: 针对《金属工艺学》课程知识体系碎片化与工程实践脱节问题, 教学团队基于 OBE-CDIO 理念构建了"11123"教学模式, 联合企业技术人员开发涵盖铸造、焊接、锻压成形及切削加工等工艺的实际工程案例库, 依托系列化金相实验室和工程实训中心, 组织学生开展"案例分析-工艺设计-加工验证"三阶段实践。应用案例教学法整合金属材料成分分析、金相组织观察等知识点, 通过实践将材料性能测试、成型工艺实操等技能嵌入典型零件加工全流程。教学团队采用组内自评、组间互评和教师评价结合的多元机制, 考核方案可行性、工艺规范性与团队协作效率。实践表明, 该模式有效衔接了理论知识与工程实践, 学生能够合作完成典型零件的选材及热加工方案设计, 其复杂工程问题解决能力得到了显著提升, 进一步的, 该模式还可为应用型人才的培养提供可复制的改革路径。

关键词: OBE-CDIO 理念; 金属工艺学; 实际工程案例; 任务驱动

Engineering Case Teaching Practice of 'Metal Technology' Based on OBE-CDIO Concept

Dong Li, Xiaoli Yu

Dongchang College of Liaocheng University

Abstract: In view of the disconnection between the fragmentation of the knowledge system of "Metal Technology" course and the engineering practice, the teaching team constructed the "11123" teaching mode based on the OBE-CDIO concept, and developed the actual engineering case base covering casting, welding, forging forming and cutting processing with the technical personnel of the joint enterprise. Relying on the series of metallographic laboratories and engineering training centers, the students were organized to carry out the three-stage practice of "case analysis-process design-process verification." The case teaching method is applied to integrate the knowledge points such as metal material composition analysis and metallographic structure observation. Through practice, the skills such as material performance test and forming process practice are embedded in the whole process of typical parts processing. The teaching team adopts a multi-mechanism combining intra-group self-evaluation, inter-group mutual evaluation and teacher evaluation to evaluate the feasibility of the scheme, process standardization and team cooperation efficiency. The practice shows that the model effectively connects theoretical knowledge with engineering practice. Students can cooperate to complete the selection of typical parts and the design of thermal processing schemes, and their ability to solve complex engineering problems has been significantly improved. Further, the model can also provide a replicable reform path for the cultivation of applied talents.

Keywords: OBE-CDIO concept, metal technology, practical engineering cases, task-driven

一、引言

传统《金属工艺学》课程教学存在知识模块分散、工艺技能训练与工程实践需求脱节的问题, 学生难以系统掌握金属材料成分分析、热处理工艺优化及加工缺陷控制等复合能力。教学团队以 OBE-CDIO 理念为框架, 联合企业技术人员开发典型零件热处理、铸造、焊接、锻压成形等实际工程案

例, 构建系列化的工程案例库, 依托系列化的金相实验室和工程实训中心, 构建"案例分析-工艺设计-加工验证"任务链。教学实施中采用案例教学法整合金属工艺学核心知识点, 将材料性能测试、热处理参数设定等技能训练嵌入典型零件加工全流程, 通过组内协作制定工艺方案、组间答辩优化技术路线、教师评价强化工程规范的教学闭环, 突破传统教学中

理论讲解与实训环节分离的局限，形成“知识-技能-素养”三位一体的培养路径，为培养应用型人才解决复杂工程问题的能力提供可操作的课程改革范式。

二、OBE-CDIO 导向的课程建设与教学模式创新

（一）课程目标重构：知识-能力-素质三维融合

传统《金属工艺学》课程目标多聚焦于知识传授与单一技能训练，导致学生难以建立金属材料成分、组织、性能与工艺间的系统关联，实际工程问题解决能力薄弱^[1]。基于 OBE-CDIO 理念，教学团队重构了“知识-能力-素质”三维融合目标体系，即以金属材料成分-组织-性能-工艺为主轴，整合热处理、铸造、焊接、机加工等工艺技能，形成以工程问题为导向的能力培养框架。知识维度涵盖金属材料牌号解析、金相组织辨识、工艺参数计算等核心内容；能力维度聚焦材料选型优化、工艺路线设计、加工缺陷诊断及防止等工程实践技能；素质维度融入工匠精神、团队协作与创新意识培养等。例如，在“轴类零件加工”任务中，学生需结合材料力学性能、热处理工艺及金属切削加工知识，完成从材料选型到成品检验的全流程设计，实现知识模块与工程能力的深度融合。

教学团队重构的三维融合目标体系打破了传统教学过程中的课程章节壁垒，构建了以实际工程问题为牵引的学习路径，能够为学生解决复杂工程问题能力的提升奠定基础。

（二）工程案例库的构建与实践

针对企业需求与课程知识体系脱节问题，教学团队联合企业技术人员开发了“需求导向-分层递进”的实际工程案例库。案例库以典型零件（如齿轮、轴承座、曲轴）为载体，涵盖铸造缺陷防止、焊接变形控制、热处理工艺优化、锻压工艺设计、金属切削加工等工程场景，植入金属工艺学核心知识点与技能训练模块^[2]。案例设计遵循“问题导入-知识嵌入-技能强化”逻辑，以某齿轮表面淬火变形控制案例为例，学生需分析齿轮材料（如 20CrMnTi）的淬透性，设计感应加热工艺参数，然后利用金相显微镜验证组织及其均匀性，最终通过精密测量验证尺寸精度。案例库构建过程中，企业技术人员提供实际工况数据与工艺难点，教师团队提炼教学知识点并设计技能训练节点，形成“企业需求-教学转化-能力输出”的闭环链路。

借助系列化的实际工程案例库，并依托实金相实验室和工程实训中心，教学过程能够实现从理论分析到实践验证的全流程覆盖，进而确保了学生对金属材料性能测试、工艺参数计算、加工缺陷修正等复合技能的掌握。

（三）“11123”教学模式的创新设计

基于 OBE-CDIO 理念，教学团队提出了“11123”教学模式，构建“目标驱动-案例牵引-多元评价”的闭环教学体

系。模式核心包含五大要素：基于 OBE-CDIO 理念的成果导向设计、立足企业需求的案例开发逻辑、以工程案例为载体的知识植入路径、依托实验室/实训室的技能验证平台、注重过程与结果平衡的多元评价机制^[3]。教学实施中，以实际工程案例为起点，串联“案例分析-工艺设计-加工验证”三阶段任务。例如，在“铸造铝合金缸体缩松缺陷修复”案例中，学生需根据缸体结构分析铸造工艺缺陷成因，设计冒口补缩方案，利用砂型铸造设备完成工艺验证，并借助精密测量实验室检测内部质量。评价体系采用“组内自评-组间互评-教师总评”的三级机制，组内自评侧重工艺设计逻辑的完整性，组间互评聚焦方案的创新性与成本的控制能力，教师评价核查工程规范的符合度与加工精度（质量）的达标率。该模式通过任务驱动与过程评价相结合的方式实施，能够强化学生工程规范意识与团队协作能力。

三、教学实践与实施路径

（一）工程案例驱动下的课堂教学设计

传统《金属工艺学》课堂教学多以教材章节顺序展开，知识点孤立导致学生难以建立金属材料成分、工艺参数与零件性能间的系统逻辑^[4]。教学团队以实际工程案例为载体，构建了“课前任务导学-课中案例分析-课后方案迭代”的闭环教学模式。课前，教师发布典型零件（如齿轮、曲轴）的工况需求与技术指标，要求学生自主查阅金属材料手册、热处理工艺规范等资料，完成材料选型预研；课中，围绕案例核心问题（如铸造缩孔成因、焊接变形控制）展开小组讨论，结合金相组织观察实验数据，引导学生推导材料成分与工艺参数的匹配关系。例如，在“轴类零件热加工方案设计”案例中，学生需分析 40Cr 钢的淬透性曲线，设计调质处理工艺，并通过硬度测试验证方案的可行性。课后，学生需借助实验室或工程实训中心验证并优化方案工艺路线，提交包含案例涉及的知识和技能、热处理工艺路线、硬度测量实践等内容的案例报告。该闭环教学模式将金属工艺学核心知识点（如相图分析、工艺参数计算等）嵌入工程问题解决的全流程，打破了传统教学过程中的章节壁垒，实现了学生对知识应用能力的递进式提升。

（二）实验室与工程实训中心的技能融合实践

实验室与工程实训中心是衔接理论教学与工程实践的核心平台。教学团队基于系列化的工程案例库设计了“分阶-集成”式实训项目，具体为：初级阶段依托金相显微镜、硬度计等设备，开展材料性能测试与工艺参数验证；高级阶段整合热处理炉、砂型铸造设备、锻压设备、普车、数控铣等仪器设备，完成零件从毛坯到成品的全流程加工^[5]。以“轴类零件热加工方案设计”案例为例，学生需结合 40Cr 钢的淬透性曲线设计调质工艺参数，利用热处理炉完成淬火与回

火操作，通过洛氏硬度计与金相显微镜验证表面硬度和心部组织均匀性。实践过程中，工程实训中心承担机加工工艺的验证功能，学生将设计的切削参数（如进给量、主轴转速等）输入机床，实践设计的方案工艺，检测加工轴的表面粗糙度与尺寸精度，并根据设计目标反向修正工艺路线。此外，学生还需借助硬度与热处理实验室模拟实际生产条件，通过调整淬火介质（水淬/油淬）与回火温度，对比零件力学性能，并据此完成方案工艺的优化。

通过“理论-仿真-加工-检测”四维联动的技能融合实践，可使学生深度理解金属材料热处理工艺与机械加工协同优化的材料改性逻辑，强化学生复杂工程问题的系统性解决能力。

（三）多元评价体系的优化与实施

传统考核偏重理论考试与单一技能操作评分，难以全面反映学生工程实践能力。教学团队建立了“过程-能力-规范”三维评价体系，组内自评聚焦方案设计逻辑完整性，要求学生依据金属材料手册、工艺设计标准，核查选材依据与参数计算规范性；组间互评侧重技术创新性与成本控制能力，采用答辩形式质疑工艺路线合理性，例如针对某组提出的“20CrMnTi 齿轮渗碳后直接淬火”方案，其他组需论证心部硬度不足的风险，并提出预冷淬火优化建议；教师评价关注工程规范符合度与加工精度（质量）的达标率，结合零件尺寸公差、金相组织和力学性能等参数，对方案工艺的可行性进行量化评分。评价数据纳入动态数据库，用于反馈教学薄弱环节，如若多数学生在“铸造工艺设计”案例中出现浇注温度计算偏差，教师将有针对性地增加熔炼、结晶和相图等知识的教学课时，强化学生基于铁碳合金相图的凝固过程分析能力。

该体系通过多主体、多维度考核，能够驱动学生从“被动接受知识”向“主动优化方案”转变，进而形成“学-做-评”协同增效的能力培养机制。

四、结论

针对《金属工艺学》课程知识体系碎片化与工程实践能力培养脱节的痛点，课程组基于 OBE-CDIO 理念构建“11123”教学模式，以典型零件（如齿轮、轴承座、曲轴）为载体，涵盖铸造缺陷防止、焊接变形控制、热处理工艺优化、锻压

工艺设计、金属切削加工等工程场景，依托系列化的金相实验室和工程实训中心，实施“案例分析-工艺设计-加工验证”三阶段任务链。教学团队通过案例教学法将金属材料成分分析、金相组织辨识、热处理工艺优化等知识点嵌入零件加工全流程，采用组内协作制定方案、组间答辩优化路线、教师审核工艺规范的多元评价机制。实践表明，该模式有利于学生系统性地掌握材料选型、工艺路线设计、加工缺陷防止等复合技能，并能够通过硬度测试、精密测量和显微组织观察等方法验证和优化方案的可行性。课程改革形成了“知识-技能-素养”三位一体的培养路径，为培养机械类应用型人才解决复杂工程问题提供了可复制的教学范式，其案例库开发逻辑、任务链设计思路及动态评价机制等对同类工科课程具有一定的推广价值。

【参考文献】

- [1]蒋军亮.任务驱动式教学让课堂“动”起来——以“文明的产生与早期发展”一课为例[J].教学考试,2025,(17):17-21.
- [2]李俊,李雪芬.地方本科院校工商管理应用型人才质量保障与教学改革研究——基于 QFD[J].现代商贸工业,2025,(07):206-209.
- [3]兰洋.基于“OBE-CDIO”理念的《微观经济学》专业课程教学改革研究[J].才智,2025,(05):61-64.
- [4]何宝南,何江涛,毕二平.基于工程案例和科研反哺融合联动的教学方法研究[J].中国地质教育,2024,33(03):79-82.
- [5]李栋,赵桂清,邢金鹏,等.“金属工艺学”课程思政元素的挖掘与融入[J].西部素质教育,2023,9(15):67-70.

作者简介：

李栋，1988，男，汉，山东省聊城市，聊城大学东昌学院机电工程系，山东省聊城市，252000，讲师，研究生，数控技术及应用、增材制造技术等

于晓丽，1991，女，汉，山东省聊城市，聊城大学东昌学院机电工程系，山东省聊城市，252000，讲师，研究生，机械结构优化、液压系统设计与仿真

聊城大学东昌学院校级一流本科课程（YLC202309）；
聊城大学东昌学院教育教学改革研究项目（2024JGA01）